

for IDS

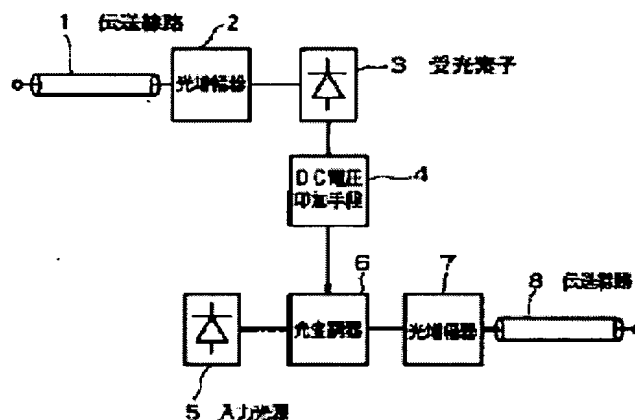
OPTICAL REPEATER

Patent number: JP2000059313
Publication date: 2000-02-25
Inventor: YONEYAMA MIKIO; MIYAMOTO YUTAKA; HIRANO AKIRA; SHIMIZU NAOFUMI; ISHIBASHI TADAO
Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
Classification:
 - **International:** H04B10/17; H04B10/16; H04B10/02; H04B10/18
 - **European:**
Application number: JP19980222513 19980806
Priority number(s):

Abstract of JP2000059313

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the optical repeater where an ASE noise generated by an optical amplifier is reduced by a simple means so as to reduce the cost.

SOLUTION: A light receiving element 3 with a high output and whose output has a saturation characteristic connects to a post-stage of a light amplifier 2 connecting to a transmission line 1, an output of the light amplifier 2 is given to the light receiving element 3, where the signal is optical-to-electrical converted into an electric signal, and the signal modulates an optical modulator 6 via a DC voltage application means 4. The optical modulator modulates a continuous light incident from an input light source 5 to reproduce a same optical data signal as a transmitted optical data signal and the signal is sent to a transmission line 8 via a light amplifier 7.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-59313

(P2000-59313A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 4 B 10/17		H 0 4 B 9/00	J 5 K 0 0 2
10/16			M
10/02			
10/18			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-222513

(22) 出願日 平成10年8月6日 (1998.8.6)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 米山 幹夫

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 宮本 裕

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100068353

弁理士 中村 純之助 (外2名)

最終頁に続く

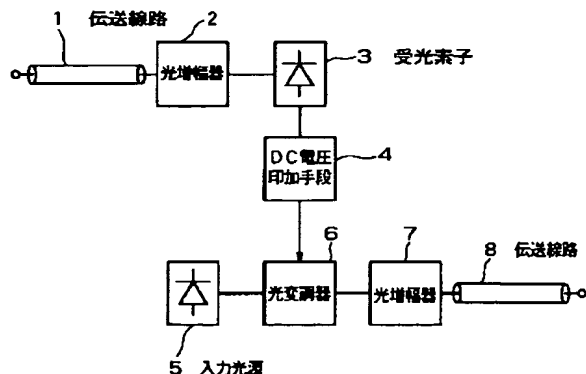
(54) 【発明の名称】 光中継器

(57) 【要約】

【課題】簡易手段により、光増幅器によって発生するASE雑音を低減し、低コスト化を実現した光中継器を提供することを目的とする。

【解決手段】電送線路1に接続された光増幅器2の後段に、高出力でかつ出力に飽和特性を有する受光素子3が接続され、光増幅器2の出力は受光素子3で光/電気変換されて電気信号となり、DC電圧印加手段4を介して、光変調器6を変調する。入力光源5から入射された連続光が光変調器6により変調され、伝送されて来た光データ信号と同一の光データ信号が再生され、光増幅器7を経て伝送線路8に送信される。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光データ信号を電気信号に変換する受光素子と、入力光源からの光の透過率が印加電圧に対し変化する光変調器とを有する光中継器において、上記受光素子は、ある閾値以下の入射光強度に対しては出力電圧が上記入射光強度に線形に増大し、かつ、閾値以上の入射光強度に対しては出力電圧が飽和する特性を有し、上記受光素子の出力電圧により上記光変調器を駆動することを特徴とする光中継器。

【請求項 2】 上記光変調器に、上記入力光源からの光の透過率が印加電圧に対し非線形に変化する光変調器を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の光中継器。

【請求項 3】 上記入力光源に、波長可変光源を用いることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の光中継器。

【請求項 4】 上記受光素子に、単一走行キャリアフォトダイオードを用いることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の光中継器。

【請求項 5】 上記受光素子が、上記光変調器にモノリシックに集積されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の光中継器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光ファイバ通信システムに適用されるもので、伝送線路内の損失を補償し、誤り無く信号を伝送するために伝送線路内に配置された光中継器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の光中継器として、図 6 に等化増幅 (Reshaping)、クロック再生 (Retiming)、識別再生 (Regeneration) の 3 つの機能を有する 3 R 中継器を示し、図 7 に光増幅器により等化増幅のみを行う線形中継器を示した。図 6 の 3 R 中継器は、伝送線路 1 a、光増幅器 2 a、光／電気変換回路 3 a、超高速アナログ増幅器からなる等化増幅回路 3 b、受信データからクロック信号を抽出するクロック信号抽出回路 4 a、デジタル識別回路 5 a、電気／光変換回路 6 a、伝送線路 8 a で構成されており、伝送により光データ信号に波形の歪みや雑音が生じて、これを一旦電気のデジタル信号に再生し、再び光信号に変換して送信するため、中継器前で生じた信号品質の劣化が解消される。すなわち、図 7 (a) に示すように、光増幅器 2 a の出力すなわち光データ信号に光増幅によって発生する雑音 (以下 A S E 雑音という) が重畳されていたとしても、図 7 (b)、(c) に示すように、デジタル識別回路 5 a の出力、電気／光変換回路 6 a の出力すなわち認識再生された光データ信号には雑音は重畳されない。一方、図 8 に示した線形中継器は、基本的には光増幅器 2 b のみで構成されるアナログの中継器のため、3 R 中継器に比べて規模も小さく、低コストである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の光中継器においては、3 R 中継器は多くの機能を実現するため装置が複雑になり、高コストになる問題がある。一方、低コストの線形中継器のみの多中継伝送により長い距離を伝送しようとして、線形中継器を多段に接続した場合、図 8 に示した線形中継器では、図 9 (a) に示すように、伝送線路 1 b を伝送されてきた光データ信号に雑音が重畳されていなくても、図 9 (b) に示す様に、光増幅器 2 b の出力すなわち光増幅された光データ信号に A S E 雑音が重畳されるので、A S E 雑音の蓄積により、符号誤り率が低下するという問題が生じる。A S E 雑音は、伝送路損失により減衰した光信号を、光増幅器によって増幅する際に発生する雑音であり、光増幅器 1 段での増幅につき、理論上最低 3 d B の信号対雑音比 (以下 S N R という) の低下をもたらす。信号の識別再生機能が具備されていない線形中継器を N 段に接続した場合、A S E 雑音のショット雑音および信号光 - A S E 雑音間のビート雑音が N 倍、さらに A S E 雑音間のビート雑音は N^2 倍で加算されるため、S N R の劣化が著しい。このため、実際の超高速の長距離基幹伝送システムでは、例えば、線形中継器 3 台によって中継される 80 k m 4 区間のファイバ伝送路 (合計 320 k m) 毎に、3 R 中継器を配置して信号の識別再生を行い、A S E 雑音の影響を低減する必要がある、低コスト化の制限要因の一つとなっている。

【0004】 本発明は上述の課題を解決するためになされたもので、簡易手段により、光増幅器によって発生する A S E 雑音を低減し、低コスト化を実現した光中継器を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するため、本発明においては、光データ信号を電気信号に変換する受光素子と、入力光源からの光の透過率が印加電圧に対し変化する光変調器とを有する光中継器において、上記受光素子は、ある閾値以下の入射光強度に対しては出力電圧が上記入射光強度に線形に増大し、かつ、閾値以上の入射光強度に対しては出力電圧が飽和する特性を有し、上記受光素子の出力電圧により上記光変調器を駆動する。

【0006】 また、上記光変調器に、上記入力光源からの光の透過率が印加電圧に対し非線形に変化する光変調器を用いるまた、上記入力光源に、波長可変光源を用いる。

【0007】 また、上記受光素子に、単一走行キャリアフォトダイオードを用いる。

【0008】 また、上記受光素子を上記光変調器にモノリシックに集積する。

【0009】

【発明の実施の形態】 図 1 は本発明に係る光中継器の第

1の実施の形態を示す構成図である。図に示すように、光増幅器2、光データ信号を電気信号に変換する受光素子3、DC電圧印加手段4、入力光源5、入力光源5からの光の透過率が印加電圧に対し非線形に変化する光変調器6、光増幅器7からなる簡易手段により光中継器が構成されている。伝送線路1に接続された光増幅器2の後段に、高出力でかつ出力に飽和特性を有する受光素子3が接続され、光増幅器2の出力は受光素子3で光/電気変換されて電気信号となり、DC電圧印加手段4を介して、光変調器6を変調する。入力光源5から入射された連続光が光変調器6により変調され、伝送されて来た光データ信号と同一の光データ信号が再生され、光増幅器7を経て伝送線路8に送信される。

【0010】この実施の形態においては、受光素子3として、高出力をもつ単一走行キャリアフォトダイオード（以下、UTC-PDと言う）を用いている。光変調器6を、例えば10Gbit/s以上の速度で動作させるためには、現状で最低でも2V程度の駆動振幅が必要であり、この振幅を発生する手段として、UTC-PDを用いる（特開平9-275224号公報参照）。UTC-PDは、80GHzの帯域を維持したまま、80mA_{pp}の光電流を流すことが出来るため、50Ωの終端抵抗を接続した場合、2V以上の電圧振幅を容易に発生できる。さらに、UTC-PDの大きな特徴として、出力に飽和特性を有する点が挙げられる。このUTC-PDの飽和特性と、光変調器6の非線形性を用いて、ASE雑音を抑圧する課程を以下に詳しく述べる。図2(a)は、図1の受光素子3（UTC-PD）の負荷の状態を示している。この場合、UTC-PDのアノード電極と光変調器6が接続されており、カソード電極からは正の電圧が印加される。図に示す受光素子3（UTC-PD）の負荷抵抗は、光変調器6に内蔵された終端抵抗に対応しており、これによって光電流が電圧に変換され、光変調器6に印加される。UTC-PDはその高出力動作故、入射光強度が強まると、発生した出力電圧が、印加電圧V_bに到達してしまい、それ以上入射光強度を増加しても、出力電圧レベルがV_b付近でクランプされたまま増大しない飽和特性を有する。この飽和特性は図2(b)に示すように、V_bによって飽和電圧レベルが決定されるので、UTC-PDの入力として、ASE雑音が重畳された光データ信号が入力された場合、信号のピーク強度に対応して適当なV_bを選べば、ASE雑音のあるレベルにクランプすることが可能である。図2(b)においては、印加電圧V_{b2}がこれに当たる。

【0011】このASE雑音が抑圧されたUTC-PDの出力で光変調器6を駆動する際にも、さらなるASE雑音抑圧が可能である。図3は、光変調器6におけるASE雑音抑制を説明する図である。図3(a)に示すように、受光素子3（UTC-PD）から出力された電気信号は、DC電圧印加手段4を経て、光変調器6へ導入

される。光変調器6として一般的に用いられる、マッハ・ツェンダー型変調器や電界吸収型変調器は、図3

(b)に示されるように、印加電圧V_bに対して出力光強度(A₀U₀)が非線形性を持つため、電気信号の振幅に対応して、適当なDCバイアス電圧をDC電圧印加手段4により印加すれば、UTC-PDの飽和特性だけでは抑圧しきれないASE雑音をさらに抑圧できる。

【0012】図4は本発明に係る光中継器の第2の実施の形態を示す構成図である。高出力受光素子3の出力の極性と光データ信号の極性とを反転させた場合の実施の形態例である。第1の実施の形態との相違点は、受光素子3の電極の極性を反転させている点である。光データ信号に重畳される雑音強度を、論理が“1（発光）”側と“0（消光）”側とで比較すると、信号光-ASE雑音のビート雑音のため、“1”側がより大きい。一方、図3(b)に示した光変調器6の非線形性は、消光側（出力強度0側）が強い。このため、図3(b)の受光素子3の出力の論理を反転し、ASE雑音が大きい論理“1”側を光変調器6の消光側に振り込むことで、雑音抑圧の効果がさらに大きくなる。本実施の形態の光中継器においては、受光素子3の出力の極性と光データ信号の極性とを反転させているため、最終的に光中継器の出力極性が、入力光データ信号のそれと反転する。しかしながら、例えば、この光中継器を2台シリーズに配置したものを1ユニットとする、あるいは、最終段での光中継器で極性を合わせる等の手段により対応が可能である。

【0013】図5は本発明に係る光中継器の第3の実施の形態を示す構成図である。ここでは、入力光源として、波長可変光源10を用いる。波長可変光源10を用いることで、波長多重伝送や伝送線路の分散に応じて所望の波長を選択する機能をもたせることができる。

【0014】また、受光素子3と光変調器6を同一基板上にモノリシックに集積して製作することにより、一層コンパクトな簡易な構成とすることができる。

【0015】上述のように、飽和特性を有する受光素子3により光変調器6を駆動する極めて簡易な構成により、従来問題であったASE雑音の抑制が可能となると同時に、低コスト化が可能となる。

【0016】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る光中継器においては、飽和特性を有する受光素子により光変調器を駆動する極めて簡易な構成により、従来問題であったASE雑音の抑制が可能となり、低コスト化が実現できる。

【0017】また、光の透過率が印加電圧に対し非線形に変化する光変調器を用いることにより、ASE雑音の抑制効果を増大させることができる。

【0018】また、入力光源として波長可変光源を用いることにより、波長多重伝送や伝送線路の分散に応じて

所望の波長を選択する機能をもたすことができる。

【0019】また、受光素子に、単一走行キャリアフォトダイオードを用いることにより、ASE雑音の抑制が一層効果的に行える。

【0020】また、受光素子を光変調器にモノリシックに集積させることにより、一層簡易な構成と低コスト化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光中継器の第1の実施の形態を示す構成図である。

【図2】飽和特性を有する受光素子によるASE雑音抑圧の効果を示す図である。

【図3】光変調器によるASE雑音抑圧の効果を示す図である。

【図4】本発明に係る光中継器の第2の実施の形態を示す構成図である。

【図5】本発明に係る光中継器の第3の実施の形態を示す構成図である。

【図6】従来技術による3R中継器の形態を示す構成図である。

【図7】従来技術による3R中継器の入出力信号を示す説明図である。

【図8】従来技術による線形中継器の形態を示す構成図

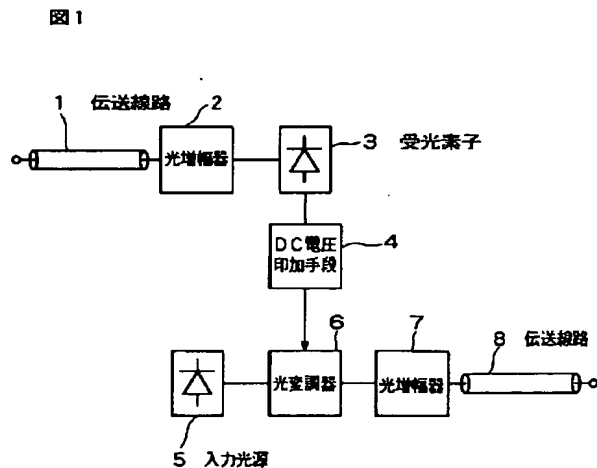
である。

【図9】従来技術による線形中継器の入出力信号を示す説明図である。

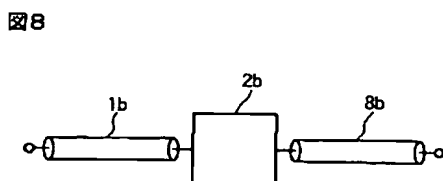
【符号の説明】

- | | | |
|----|-----|------------|
| 05 | 1 | 伝送線路 |
| | 1 a | 伝送線路 |
| | 2 | 光増幅器 |
| | 2 a | 光増幅器 |
| | 2 b | 光増幅器 |
| 10 | 3 | 受光素子 |
| | 3 a | 光/電気変換回路 |
| | 3 b | 等化増幅回路 |
| | 4 | DC電圧印加手段 |
| | 4 a | クロック信号抽出回路 |
| 15 | 5 | 入力光源 |
| | 5 a | デジタル識別回路 |
| | 6 | 光変調器 |
| | 6 a | 電気/光変換回路 |
| | 7 | 光増幅器 |
| 20 | 8 | 伝送線路 |
| | 8 a | 伝送線路 |
| | 9 | 負荷抵抗 |
| | 10 | 波長可変光源 |

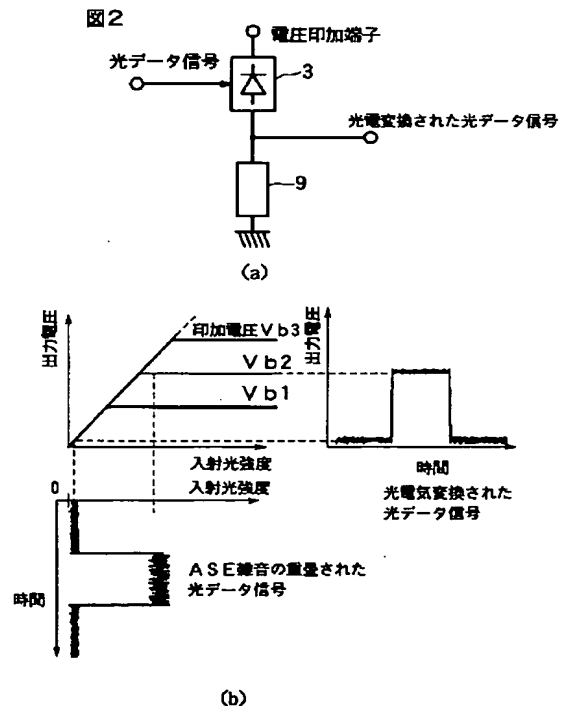
【図1】



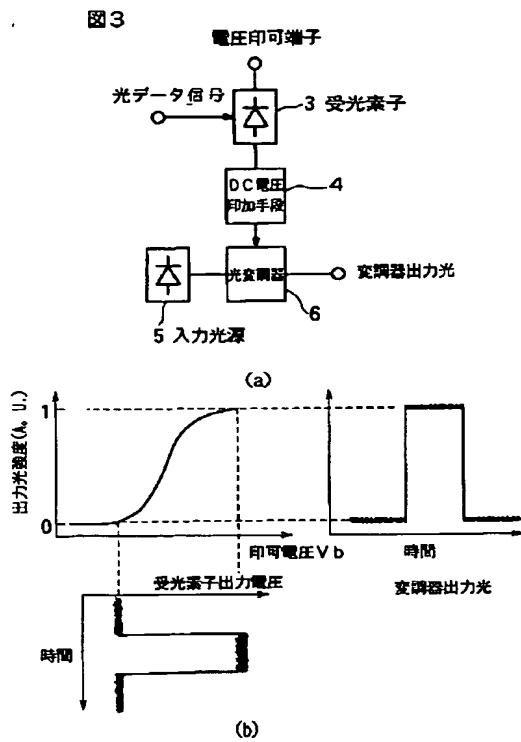
【図8】



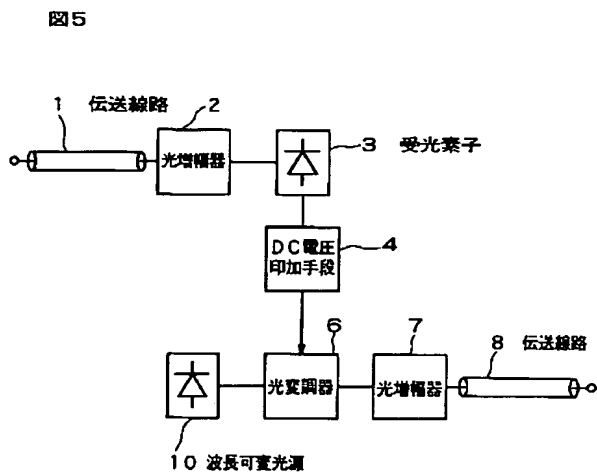
【図2】



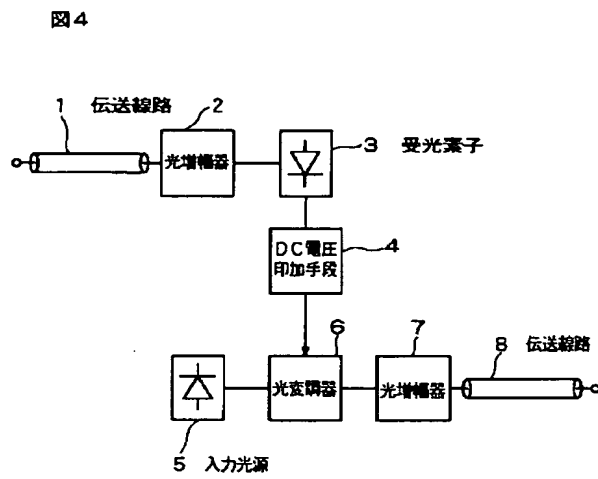
【図 3】



【図 5】

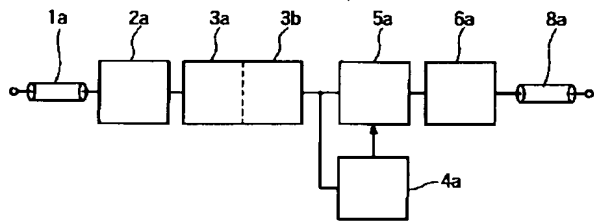


【図 4】



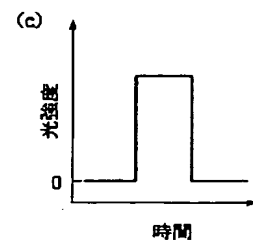
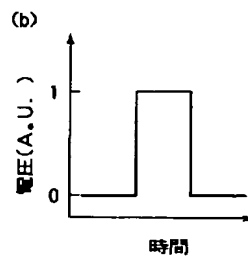
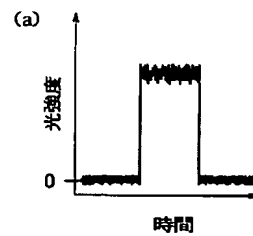
【図 6】

図 6

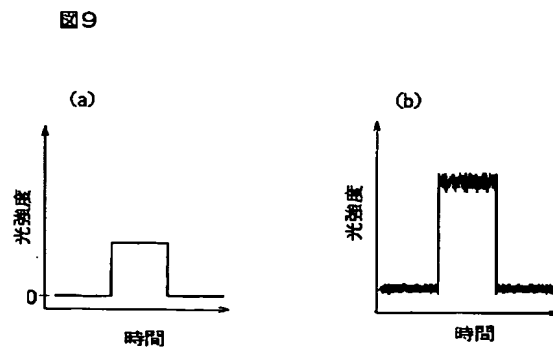


【図 7】

図 7



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 平野 章
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本 20
電信電話株式会社内

(72)発明者 清水 直文
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 石橋 忠夫
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K002 AA06 CA01 CA02 CA05 CA13
CA16 DA02 FA01